第6卷 第4期增刊
1985年11月

动 物 学 研 究
ZOOLOGICAL RESEARCH

Vol.6, No.4 Sup.
Nov., 1985

高寒草甸生态系统次级生产力——消费者动态的初步探讨*

郑生武**

（中国科学院西北高原生物研究所 西宁）

关键词 生态系统 食物链 能量流动

年平均温度为0°C的高寒草甸，占全国草原面积的三分之一（任继周，1982）。在高寒草甸上生存的动物显示出具有适应高寒气候的生态学特性、结构特点及在一个地带内的分布规律。动物在高寒草甸陆地生态系统结构中属消费者，是物质循环和能量流动的重要环节之一。所以，欲研究清楚在生态系统内的结构与功能，进行合理的管理经营，必须研究清楚系统内的动物及其作用。

我们从1976年开始对青海省海北高寒草甸生态系统中的消费者进行了初步研究。

研究地区位于海拔3250米，北纬37°29′—37°45′东经101°12′—101°35′。据定位站1981—1982年气象资料，年平均温度－21°C，1月平均－12.9°C，极端最低气温－32.0°C（1981年12月18日），7月平均10.3°C，极端最高气温23.2°C（1981年8月4日）。年降雨量480.8毫米，降雨量集中在6－9月，占全年降雨量的92.9%。

高寒草甸生态系统的消费者

在生态系统中有两条食物链，一是牧食食物链（grazing food chain），二是碎屑食物链（detritus food chain），本文仅论述动物在牧食食物链中的地位。

初级消费者 啮齿动物，以高原鼠兔（*Ochotona curzoniae*），高原鼢鼠（*Myospalax baileyi*），喜马拉雅旱獭（*Marmota himalayana*），为高寒草甸的优势种，据作者1982年调查，其密度分别平均为63.25只/公顷，9.6只/公顷和0.32只/公顷，这些

---

* 承蒙北京师范大学生物系孙儒泳教授审阅。

本文曾于1983年3月在北京召开的中国科学院生态系统研究定位站学术会议上报告过。

**现在工作单位：陕西省动物研究所。

本文1983年4月22日收到，1984年4月16日收到修改稿。

动物数量多，分布广，对高寒草甸生态系统影响较大。此外，根田鼠(*Microtus oeconomus*)，密度亦较大，22.92只/公顷。偶蹄类的狍（*Capreolus capreolus*）和岩羊（*Pseudois nayaur*）数量很少，家畜有藏系绵羊、浩门马、藏牦牛。

鸟类中，角百灵（*Eremophila alpestris elwesi*)，和小云雀（*Alauda gulgula inopinata*)，是高寒草甸的优势种,其相对密度分别占鸟类的31.44%，24.76%。其次为白腰雪雀(*Montifringilla taczanowskii*)，棕颈雪雀（*M. ruficollis*)，和灰背地鸦（*Pseudopodoces humilis*)，等常见种，相对密度为0.55—2.58%（张晓爱，1982)。均系植食性，留鸟。

昆虫的属种将近一半（47.8%）是危害植物的，双翅目最繁盛，花蝇科和蝇科的种类是该目的优势种，多数以植物为食。半翅目仅次于双翅目，其中以长蝽科的种类占优势，例如高地小长蝽（*Nysium ericae obscuratus*)，高山小长蝽（*N. ericae alticola*）主要取食禾本科和菊科植物。其次为叶蝉科的种类，刺吸植物液汁，盲蝽科的大多数种类也是植物性的。此外,鳞翅目幼虫地老虎食植物的根部。直翅目蝗虫9种，以小翅雏蝗（*Chor thippus fallax*)，青海痂蝗（*Bryodema m. miramae*）为优势种，以及草原毛虫〔金缘古毒蛾，（*Orgyia aurollimbta*)黄斑草毒蛾（*Gynaephora alpherakii*)，的幼虫〕均危害植被（吴亚等，1980）。

二级消费者 食肉兽有8种，数量最多者是鼬科的艾虎（*Mustela eversmanni*)，其次是香鼬（*Mustela altaica*)，及犬科的藏狐（*Vulpes ferrilatus*）和红狐（*Vulpes vulpes*)，它们主要捕食高原鼠兔、高原鼢鼠、根田鼠和地栖鸟类。一只艾虎平均日食量为247.1克（郑生武等,1983）。

雀形目鸟类15种，非雀形目7种。其中捕鼠者5种，例如大鵟(*Buteo hemilasius*)猎隼（*Falco cherrug*)，红隼（*Falco tinnunculus*)。小鸮（*Athene noctua plumipes*)，灰背伯劳（*Lanius t. tephronotus*)。据1980年笼养观察一只大鵟每天平均食鼠247.8克。食虫鸟17种，例如杜鹃（*Cuculus canorus bakeri*)，家燕（*Hirundo rustica gutturalis*)，灰沙燕（*Riparia riparia diluta*)，红尾鸲（*Phoenicurus auroreus*)，黄头鹡鸰（*Motacilla c. calcarata*)，鸲岩鹨（*Prunellidae r. rubeculoidae*）戴胜（*Upupa epops saturatan*）等。

两栖类，大蟾蜍（*Bufo bufo minsnanicus*）和中国林蛙（*Rana temporaria chensinensis*）均以昆虫为食。

昆虫中双翅目的寄蝇科，半翅目的猎蝽科、姬蝽科、跳蝽科和食蚜盲蝽亚科的种类，是蚜虫、叶蝉和许多鳞翅目幼虫的天敌。膜翅目的寄生性姬蜂、茧蜂、金小蜂、蛛形纲中的真珠目和盲蛛目的种类都是捕食性动物。外寄生种类有蜱螨目的血厉螨（*Haemolaelaps* sp.)，异肢螨（*Poecilochirus* sp.)。捕食者占高寒草甸昆虫的11.8%，寄生者占10.4%（吴亚等，1980）。

三级消费者 以二级消费者为生。属于这一级的猛兽有雪豹（*Felis uncia*）和狼（*Canis lupus*）它们追捕獾（*Meles meles*）红狐、藏狐，也不放过猎捕岩羊、狍、麝的良机。甚至抓捕鼠兔，刨挖鼢鼠洞。作者数次看到艾虎追袭香鼬，剖胃发现有林蛙、蝗虫、鸟及蛋。大型猛禽像鵟、隼除强烈捉捕鼠类外，也食鸟、蛙，还偶见追捕艾

虎。在爬行动物中有白条锦蛇（*Elaphe dione*）吞食林蛙、鸟。属于这一级的无脊椎动物有蚂蚁、蜘蛛，以及重寄生的种类例如厉螨科、寄螨科等。

上述营养级和食物链仅仅是一种简化的形式。实际情况远为复杂得多，例如某些捕食动物，被捕的对象很广泛，隼形目鸟类可以捕食属于初级消费者的鼠类或属于二级消费者的艾虎、香鼬、食虫鸟和蛙。在前一种情况下猛禽属于二级消费者。在后一种情况下猛禽属于三级消费者。同时，它们之间还可以互食雏鸟，袭击幼艾虎属于四级消费者。所以，一种动物可能既是各种肉食动物的食物，同时它还可以捕食其它动物，因此食物链通常彼此交叉形成复杂的网络结构（图1）。在生态系统的动态平衡中每级营养级均具调节作用，高寒草甸生态系统可包含到第五级的消费者：

植物——蚜虫——食蚜蝇——蜘蛛——食虫鸟（或两栖类）——猛兽（或猛禽）

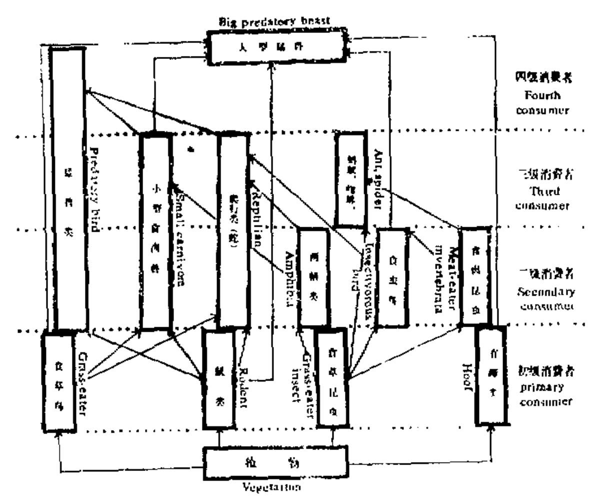


Fig. 1 … at Haibei Alpine Meadow … structure of food chain.

在人类经济活动干扰较大的地区，食物链短，一般只包括第三级消费者，网络结构简单。

高寒草甸生态系统中动物群落有其自身结构，这就是不同种的个体彼此在垂直方向和水平方向的排列状况，及其群落的季节变化。

关于海北高寒草甸生态系统的结构特征，肖运峰（1981）已报道。至于动物群落的水平结构，主要取决于食物和隐蔽条件，因而表现在不同生境里动物分布的非一致性（表1）。所以有必要对植物群落类型的划分作以下简述：

金露梅灌丛　分布在河两旁的低洼地、滩地。优势种为金露梅（*Dasiphora fruticosa*），株高30—60厘米，伴生种有山柳（*Salix* sp.），高山绣线菊（*Spiraea alpina*）。草本植物层以线叶嵩草（*Kobresia eapillifolia*）为主，其次是珠芽蓼（*Polygonum viviparum*），紫羊茅（*Festuca rubra*）等。植物群落结构分两层，略比草甸复杂，故动物种类和密度相对较多。

Tab. 1 **Consumer's distribution, density, biomass and diversity**

Vegetation type	Insect	Amphibia			Aves
		Species	Density (indi/ha)	Biomass (g)	Species
Potentilla fruticosa bushland	Families 86 species 240	*Rana temporaria chensinensis*	82.0	665.68	*Eremophila alpestris elwesi* *Alauda gulgula inopinata* *Riparia riparia diluta* *Motacilla c. calcarata* *Prunellidae r. rubeculoidae* *Carduelis flavirostris montanella* *Urocynchramus pylzowi* Total
Kobrasia humilis meadow		*Rana temporaria chensinensis*	9.0	76.90	*Eremophila alpestris elwesi* *Alauda gulgula inopinata* *Riparia riparia diluta* *Pseudopodoces humilis* Total
Elymus nutans meadow	Families 77 species 188	*Rana temporaria chersinensis*	15.0	114.57	*Eremophila alpestris elwesi* *Alauda gulgula inopinata* *Pseudopodoces humilis* *Montifringilla taczanowskii* Total
Swamp meadow	Families 78 species 197	*Rana temporaria chensinensis*	68.0	563.24	*Tringa totanus* *Tringa ochropus* *Melanocorypha maxima* *Motacilla c. calcarata* *Anthus roseatus* *Locustella certhiola centralasiae* Total

* Were in accordance with Wu Yar's (1982), Liang Jierong's (1981), and Zhang Xiaoai's

** Uniform exponential $J = \frac{H'}{H_{max}}$

of animal community at Haibei Alpine Meadow Ecosystem*

		Rodent			Diversity animal community		
Density (indi/ha)	Biomass (g)	Species	Density (indi/ha)	Biomass (g)	H'	Hmax	J'**
2.16	74.0	*Microtus oeconomus*	22.92	555.81			
8.18	255.9	*Ochotona curzoniae*	2.96	407.92			
0.50	5.8	*Ochotona cansa*	2.50	120.00	0.914	1.386	0.659
0.61	15.7	*Myospalax baileyi*	0.74	211.86			
0.38	8.7						
		Total	29.12	1295.59			
0.75	9.5						
0.30	5.3						
13.63	374.9						
4.48	119.3	*Ochotona curzoniae*	63.25	8681.40			
0.39	12.3	*Myospalax baileyi*	9.60	2748.40			
0.25	2.9				0.727	1.386	0.510
		Marmota himalayana	0.32	1120.00			
0.25	9.4	Total	73.17	12549.80			
5.37	143.9						
3.95	135.4	*Ochotona curzoniae*	44.00	6063.64			
0.53	16.7	*Myospalax baileyi*	17.09	4893.00	0.820	1.386	0.592
0.17	6.3	Total	61.09	10956.64			
0.21	8.5						
4.86	166.9						
3.33	376.1						
0.88	65.6						
1.56	134.3						
2.53	64.5				0.693	1.099	0.631
0.38	7.4						
0.21	2.7						
8.89	650.6						

(1982) papers respectirely. Author computed part of numbers,

垂穗披碱草草甸 为次生植被类型。植被处于不同演替阶段，种类组成复杂，以垂穗披碱草（*Elymus nutans*）为主，高15—30厘米，伴生种有苔草（*Carex* sp.），早熟禾（*Poa* sp.）等。土壤肥沃疏松，杂类草繁多，为高原鼢鼠提供了丰富的食源。

矮嵩草草甸 属高寒草甸的代表类型，系优良牧场。以矮嵩草（*Kobresia humilis*）为优势种，株高3—5厘米，次优势种为异针茅（*Stipa aliena*）伴生种有小嵩草（*Kobresia pygmaea*），溚草（*Koeleria cristata*），美丽风毛菊（*Saussurea superba*）等。植株矮小，为喜居开阔景观的高原鼠兔提供了良好条件。

沼泽化草甸 分布在低凹地、河旁泛滥地，土壤湿润，含水量大，常有地下水露出地面。以华扁穗草（*Blysmus sinocompressus*）和青藏苔草（*Carex moorcroftii*）为建群种。这里主要栖息着水禽、涉禽，两栖类。

动物群落的多样性，是衡量其稳定性的一个标志。群落是个动态的概念，在其内部存在着取食和被取食的食物链关系，而在其外部存在着物质和能量的输入和输出过程。所以对不同生境里动物群落多样性的探讨，有助于加深对生态系统中能流和物循的理解。根据Kendeigh（1974）计算多样性指数（H'）的公式：

$$H_i' = -\sum_{i}^{s} p_i \log_e p_i$$

其中s为动物群落的物种数目；Pi为群落中第i种的个体比例。计算结果列于表1。由表1可见，灌丛的多样性高于草甸。而在草甸中则是垂穗披碱草>矮嵩草草甸>沼泽化草甸，这与植物的群落结构和层次结构密切相关，因为植物种类较多、层次结构愈复杂的植被为动物提供了越多的食物和栖息环境。在金露梅灌丛里，不但动物群落的种类较多，而且较均匀（J'=0.659），故多样性最高（H'=0.914），在矮嵩草草甸里，虽然动物种类数高于垂穗披碱草草甸的动物种类数，但因其各种类的个体分布不如后者均匀（0.150<0.592），故多样性低（0.727），而沼泽化草甸亦然，多样性最低（0.693）。多样性最高，均匀度最大的金露梅灌丛里动物群落结构最稳定；沼泽化草甸最不稳定。

表1中的现存生物量（SCB）系根据Wiens（1970）的公式：

$$SCB = \sum (Wini)$$

Wi为i种动物的平均体重（克），Ni为i种动物的密度（只/公顷）。

动物群落不仅在空间上有分化，而且在时间上也有差异。一年中寒来暑往，一天中日出月降，大自然的光、温度及其它环境因素都有日周期和年周期，动物的生理特性也具与环境节律相联系的节律性。海北高寒草甸具独特的自然地理环境，对动物群落季节性数量变化影响显著。在大地积雪尚未完全融化的5月中旬便出现跳甲（*Altica* sp.），萤叶甲（*Pyrrhalta* sp.）交尾活动。6月开始出现熊峰和蝶类飞翔。7月虻，伊蚊和蠓活动频繁，夜蛾科，长脚蚊科等夜出性昆虫晚上相当活跃。8月雏蝗、痂蝗到处跳跃，虻类消失，蠓和伊蚊数量锐减（吴亚等，1980）。9月降雪，昆虫显著减少。

4月中国林蛙，蟾蜍开始出蛰，随即进入交配，7月幼蛙出现，9月下旬逐渐入蛰。

鸟类数量有明显地季节变化。据作者调查，夏季（6—8月）是繁殖期（包括留鸟

和候鸟），数量显著上升5.10—14.40只/公顷，尤其在金露梅灌丛里数量最高12—16只/公顷。经过漫长严寒的冬季(11月—翌年4月)，鸟类数量下降到0.80—1.60只/公顷，特别在沼泽化草甸里最低，几乎无鸟活动。

啮齿动物的数量虽有季节差异，但远不如昆虫、两栖类和鸟类显著。高原鼠兔数量高峰在6月，高原鼢鼠在7月，而根田鼠推迟至8、9月。这与其繁殖期早晚和繁殖次数多寡、哺乳期长短，以及幼仔开始营独立生活的迟早密切相关。冬季食源困难，艾虎和香鼬常迁至民宅附近盗食家禽。夏季生活在高山上的雪豹和岩羊，冬季因厚雪覆盖觅食困难，迁移到山麓。

通过消费者能流的初步估算

为了研究高寒草甸生态系统内各营养级的利用效率，必需进一步分析能量的收支和平衡。在对初级消费者（食草动物）和次级消费者（食肉动物）的消化率（DR）和同化率（AR）及体组织热值测定的基础之上（王祖望等，1980；曾缙祥等，1981；郑生武等，1983），分别初步估算出通过初级、次级消费者的能流（A）用Grodzinski（1975）的公式：

$$A=[K_c.C-(K_f.F+K_u.U)]N.T$$

C＝摄入食物的干物质（克）

N＝单位面积上的数量（只/公顷）

T＝天数（日）

F＝每天排粪干重（克）

U＝每天排尿量（克——液重）

Kc＝牧草的热值（千卡/克，除灰分、干物质）

Kf＝粪的热值（千卡/克——干物质）

Ku＝尿的热值（千卡/克——液重）

计算初级、次级消费者种群能流（A）所需之参数见表2。初步估算出单位面积上各级消费者种群的能流（表3）。在海北高寒草甸生态系统中，植物地上部分的净初级生产总能为9.098×10^6大卡/公顷·年（杨福囤等，1982），而被高原鼠兔种群消耗了2.958×10^6大卡/公顷·年，实际被利用的为2.021×10^6大卡/公顷·年，加上被藏系绵羊种群摄入和同化的能量，则分别占草场地上净初级生产总能的44.76%和30.83%（表3）。Dajoz（1981）认为，对于草甸来说，大约一半的植物性物质被草食动物食用，这基本上与我们的结果相符。高原鼢鼠主要取食植物地下部分，如果把三种初级消费者摄入与同化的能量分别相加，则为5.094×10^6大卡/公顷·年，3.589×10^6大卡/公顷·年，它们分别占植物初级净生产总能3.69516×10^7大卡/公顷·年（地上＋地下；杨福囤，1982）的13.78%、9.71%。Woodwell（1970）认为被植物群落所固定的能量中，约10—20%的能量转移给素食者的观点（转引自赫钦逊等，1974）。

由表3可见，初级消费者在能量分配方面，高原鼠兔消耗的牧草是藏系绵羊的2.6倍，足见其数量之大，危害性之严重，这都是过牧引起的结果。在植物群落地上部分的

Tab. 2　Parameters of energy flow in primary secondary consumer

Clause	Primary consumer		Secondary consumer
	Ochotona curzoniae	*Myospalax baileyi*	*Mustela eversmanni*
Periods (day)	365	365	365
Density of animal (Individuals/ha)	63.25	9.60	0.1
Food intake (dry matter) (g/day)	27.81	35.94	82.58
Dropping (g-dry wt/day)	7.91	7.17	12.06
Urine (g-liquid/day)	20.70	39.21	96.00
Caloric content of food (Kcal/g-dry wt)	4.7809	4.6545	5.6343
Caloric content of dropping (Kcal/g-dry wt)	4.9804	4.9980	4.8485
Caloric content of urine (Kcal/g-liquid wt)	0.2886	0.2041	0.3740

* Density of animal (individuls/ha) is seasonal mean in 1982.

能量中，有32.5%的能量进入了高原鼠兔种群，但实际被利用的能为22.22%。Golley（1960）在研究撩荒地上食物链中的能流时，得出田鼠（*Microtus pennsylvanicus*）的摄食效率为1.6%，同化效率为1.1%，这显然比鼠兔的小得多。这可能与植被类型不同有关。营养级内的同化率，表示各种动物利用存在于食物中的能量的能力，在这方面，艾虎比啮齿类和羊高（表3），这是因为食草动物摄食量中有大量未经消化、吸收和同化而直接排出体外，所以同化效率低于食肉动物。

生 态 金 字 塔

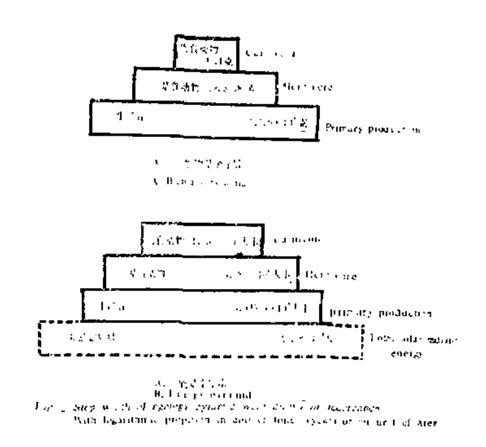
生态系统中通常利用个体数量，生物量和能量的资料来描述其营养结构。此结构可用生态金字塔图式表示。

从n营养级到n＋1营养级则能流减少，动物体形增大，个体数目降低，营养结构的金字塔顶部呈"△"型。由于海北高寒草甸生态系统的生产者属矮草类型。草群低矮，根系盘根错结，实难以分离出株丛数，所以数量金字塔无法绘制。我们只好利用生物量和能量资料，描述出海北高寒草甸生态系统营养结构。每一营养级用长方形表示，其长度是用每一营养级与单位时间（年）单位面积（公顷）所积累的能量，生物量成比例（图2）。这对于了解动物种群在食物链中的作用是很有意义的。

Tab. 3　Comparison of the energy intake and assimilation energy in primary, secondary consumer

Species	Eat of vegetation part and its net primary production energy	Energy intake	Energy assimilation	Ratio between nutrient: Ratio intake C_t/C_{t-1}%	Ratio between nutrient: Ratio assimilation A_t/A_{t-1}%	Ratio in same nutrient grade: Ratio assimilation A_t/C_t%
Ochotona curzoniae	Vegetation part of above-ground; net primary 9.098×10^6 Kcal/ha·yr	2.958×10^6	2.021×10^6	32.51	22.22	68.32
Tibetan sheep 1)		1.136×10^6	0.798×10^6	12.25	8.61	70.25
Total		4.094×10^6	2.819×10^6	44.76	30.83	
Myospalax fontanierii	Vegetation part of below-ground; net primary 2.78536×10^7 Kcal/ha·yr	1.000×10^6	7.700×10^5	3.59	2.76	77.00
Total	Vegetation part of above-ground and below-ground; net primary production energy: 3.69516×10^7Kcal/ha·yr	5.094×10^6	3.689×10^6	13.78	9.71	
Mustela eversmanni		1.638×10^4	1.354×10^4	0.59	0.49	82.63

1) In accordance with Pi Nanlin's paper (1982).



结　论

在高寒草甸生态系统中，初级消费者：啮齿类以高原鼠兔、高原鼢鼠为优势种；鸟类以角百灵、小云雀占优势；昆虫属种将近一半系植食性者。二级消费者：食肉兽有8种，数量最多者是鼬科的艾虎、香鼬；鸟类中捕鼠者5种，如大鵟、猎隼等，食虫鸟17种，如杜鹃、家燕、红尾鸲等；两栖类的中国林蛙、大蟾蜍均吃昆虫；昆虫类有猎蝽科、食蚜盲蝽亚科等捕食者占草甸昆虫的11.8%。三级消费者：猛兽中有雪豹、狼；猛禽中有鵟、隼、鸮，爬行类中的白条锦蛇，以及无脊椎动物的蚂蚁、蜘蛛等。

高寒草甸生态系统中食物链较长，可包含到第五级的消费者，网络结构复杂（图1）。

动物群落的多样性，其顺序是：金露梅灌丛＞垂穗披碱草草甸＞矮嵩草草甸＞沼泽化草甸（表1）。这与植物群落结构繁简和层次结构多寡密切相关。

初级消费者（高原鼠兔、高原鼢鼠和藏系绵羊）摄入与同化的能量分别为5.094×10^6大卡/公顷·年，3.589×10^6大卡/公顷年。它们占初级净生产总能的13.78%和9.71%（表2.3）。

利用生物量和能量的资料，描述出生态系统的营养结构，用生态金字塔的图式表示（图2）。

参 考 文 献

王祖望等　1980　高山草甸生态系——小哺乳动物能量动态的研究，Ⅰ，高原鼠兔和中华鼢鼠对天然食物的消化率和同化水平的测定，动物学报　26(2):184—193

皮南林　1982　高寒草甸生态系统绵羊种群能量动态的研究，Ⅰ，藏系绵羊种群能流的初步估计，73—83。夏武平主编，高寒草甸生态系统论文集(Ⅰ)。甘肃人民出版社

任继周等　1982　高山草原草地有效生产能力(p_4)以前诸转化阶生产能力动态的研究。生态学杂志　2:1—8

吴亚，金翠霞　1980　草甸昆虫群落及其空间与时间结构。昆虫学报　23(2):156　165

吴亚，金翠霞　1982　草场植被与昆虫，110—116。夏武平主编，高寒草甸生态系统论文集(Ⅰ)。甘肃人民出版社

肖运峰　1981　青海省门源县高寒草甸生态系统的初步调查。植物生态学与地植物学丛刊 5(2):121—128

杨福囤等　1982　青海高原海北高寒灌丛和高寒草甸初级生产量，44—50。夏武平主编，高寒草甸生态系统论文集(Ⅰ)。甘肃人民出版社

郑生武等　1983　青海海北地区艾虎的某些生态学特征及种群能量动态资料。兽类学报 3(1):35—46

张晓爱　1982　高寒草甸繁殖鸟类的群落结构：117—126。夏武平主编，高寒草甸生态系统论文集(Ⅰ)。甘肃人民出版社

聚杰荣　1981　中国林蛙的生物量测定。野生动物 4:47—50

曾缙祥等　1981　高寒草甸小哺乳动物身体热值、水分和脂肪含量的季节变化。动物学报27(3):292—297

达若(Dajoz), R.　1972　生态学概论（张绅等译，1981）：267—371。甘肃人民出版社

赫钦逊(Hutchinson), G. E.　1970　生物圈（华北农业大学植物生理教研组译，1974）：28—29。科学出版社

Golley, F. B.　1960　Energy dynamics of a food chain of an old-field community. *Ecological Monographs* 30(2):187—205

Grodzinski, W., B. A. Wunder　1975　Ecological energetics of small nammals. In Golley, F. B. (ed.) IBP NO. 5 Small mammals their productivity and population dynamics. 173—204 pp. Cambridge University Press, London, New york, Melbourne

Kendeigh, S. C.　1974　Ecology, 20—34. Pretict-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Iersey.

Wiens, A. J.　1970　Avian population and patterns of habitat occupancy at the Pawnee Site, 1968—1969. IBP, Technical report No. 63

STUDY ON SECODARY PRODUCIIVITY—CONSUMER'S DYNAMICS AT THE ALPINE MEADOW ECOSYSTEM

Zheng Shengwu

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Xining)

We have studied the secondary productivity-consumer's dynamics of the alpine meadow ecosystem since 1976 at Menyuan County, Qinghai province.

The paper describes structure and energy flow of the animal community of the alpine meadow ecosystem.

The structure is divided into three types, i. e. horizontal and vertical and periodic structure (Tab. 1).

Main consumer's components of the alpine meadow ecosystem are as follows:

(1) Primary consumers contain the rodents, including plateau pika, plateau zokor, himalaya marmot, (Their density were 63.25 indiv./ha, 9.09 indiv/ha,

0.3 indiv/ha. respectively)and the avian, including shore lark, lesser skylark; About half species (47.8%) of the insects.

(2) Secondary consumers contain species of prodatory beasts 8 among them the number of masked polecat and alpine weasel the most. the birds of prey contain 5 species, e. g. upland buzzard, saker falcon etc. The amphibia are toad and frog. The insects include part of hemiptera diptera and hymenoptera.

(3) Third consumers contain snow leopard, gray wolf, badyer and plateau snake etc.

If all these feeding relations between species in a community were diagrammed a complicated web would be formedthe food web (Fig. 1).

We used Grodzinski's (1975) equation calculate energy flow: $A=[Kc.C-(K_f.F+Ku.U)]N.T$

C - Food intake (dry matter) (g/day)

N - Density of animal C Individuals/ha)

T - Periods (day)

F - Dropping(g - dry wt/day)

U - Urine(g - liquid/day)

Kc - Caloric content of food(Kcal/g - dry wt)

Kf - Caloric content of dropping(Kcal/g - dry wt)

Ku - Caloric content of urine(Kcal/g - liquid wt)

The energy flow (A) through the population of plateau pika, plateau zokor and masked polecat were 2.021×10^6 kcal/ha/yr, 7.700×10^6 kcal/ha/yr, 1.354×10^6 kcal/ha/yr respectively (Tab.2.3).

From the primary to three consumers the numbers and energy flow of animal reduced. They are showed ecological pyramids of numbers by size classes (Fig. 2).

Key words Ecosystem

Chain of food

Flow of energy